科技期刊应用人工智能语言模型的前瞻性研究

——基于对 ChatGPT 的分析*

周炳全 张聪[1]

（北京印刷学院新闻出版学院，北京，102600）

摘要：本文旨在探索将人工智能语言模型（ChatGPT）应用于我国科技期刊发展的可行办法，以期为实现中国科技期刊数字化转型，推动中国科技期刊深化改革作出贡献。本文通过文献分析、案例分析法对 ChatGPT 应用于科技期刊的具体实践进行探索。结合涌现理论视角对于人工智能的批判，审视 ChatGPT 应用于科技期刊的潜在不足。研究发现，ChatGPT 可以帮助科技期刊编辑和评审人员提取文献核心内容，辅助学术检索，生成特定领域的综述，检测学术不端行为；创作多语种传播内容；通过句子向量对文献进行语义分析，辅助构建知识图谱和期刊数字化平台。然而在版权、内容垄断；生物基础与具身批判；情感、道德伦理批判等方向上，ChatGPT 的实际应用价值仍有待商榷。人工智能语言模型（ChatGPT）与科技期刊的融合是未来发展的方向，科技期刊应积极将 ChatGPT 等人工智能语言模型应用于办刊实践中，助力中华优秀科技期刊高质量发展。

关键词：人工智能语言模型；ChatGPT；科技期刊；数字化转型；内容生成

分类号：TP18;TP391.1

Prospective study on the application of artificial Intelligence language model in sci-tech journals

-- Based on the analysis of ChatGPT

Abstract：[Purpose/Significance]The purpose of this paper is to explore a feasible way to apply the artificial intelligence language model (ChatGPT) to the development of

* [基金项目] 本文系 2022 年度版权研究课题“基于元宇宙技术的数字出版物版权问题研究”（课题编号：BQ2022026）的研究成果之一

[1] [通讯作者]张聪，女，北京印刷学院新闻出版学院，副教授，博士，邮箱：2214780882@qq.com，电话：13911995653，邮政编码：102600

[作者简介]周炳全，男，北京印刷学院新闻出版学院新闻与传播研究生，邮箱：zaucyun@163.com ，电话：13168827350，邮政编码：102600

Chinese sci-tech periodicals, in order to make contributions to the realization of the digital transformation of Chinese sci-tech periodicals and promote the deepening reform of Chinese sci-tech periodicals.[Design/Methodology]This paper explores the application of ChatGPT in scientific journals through literature analysis and case analysis. Combined with the criticism of artificial intelligence from the perspective of emergence theory, the potential shortcomings of the application of ChatGPT to scientific journals are examined.[Findings/Conclusion]It is found that ChatGPT can help editors and reviewers of science and technology journals extract the core content of literature, assist academic search, generate reviews in specific fields, and detect academic misconduct. Creation of multilingual communication content; The semantic analysis of literature is carried out by sentence vector to assist the construction of knowledge map and journal digitization platform. However, in copyright, content monopoly; Biological basis and Embodied criticism; The practical application value of ChatGPT in emotional, moral and ethical criticism is still to be discussed.[Originality/Value]The integration of artificial intelligence language model (ChatGPT) and sci-tech periodicals is the direction of future development. Sci-tech periodicals should actively apply ChatGPT and other AI language models in their publishing practice, so as to help the high-quality development of Chinese excellent sci-tech periodicals.

Keywords：Artificial intelligence language model; ChatGPT; Sci-tech journal; Digital transformation; Content generation

1 科技期刊结合人工智能语言模型（ChatGPT）的必要性

1.1 政策宏观引领，助力中华优秀科技期刊高质量发展

科技期刊结合人工智能语言模型（ChatGPT）是在宏观政策引领下，促进自身高质量发展的切实可行路径。我国将人工智能视为引领未来的战略性技术之一，旨在实现国家现代化和创新发展。政府一直积极支持和推动人工智能技术的发展和应用，以促进经济增长、提高生产力、改善公共服务和增强国家安全等能力。国家十四五规划中强调，发展人工智能应以产业融合应用和数字化转型为核心目标，进而形成数据驱动、人机协同、跨界融合、共创分享的智能经济形态。

2017 年，中国科学技术部印发了《关于深化科技期刊改革创新的实施意见》，提出加强科技期刊数字化建设和信息技术应用，推进科技期刊编辑、发行、传播的信息化建设，促进科技期刊数字化转型。其中，明确提出要加强信息技术应用，发展大数据、人工智能等技术，提升编辑和出版流程的效率和质量。[2]

科技期刊是科学研究的重要组成部分，肩负着“科研龙头”和“科研龙尾”的重要使命。[3]将人工智能技术与科技期刊结合，特别是利用已经成熟落地并具有较强商业应用性的人工智能语言模型如 ChatGPT 等，可以助力科技期刊数字化转型，推动数字经济进入新时代，并为创办中华优秀期刊，实现国家现代化目标做出更大的贡献。

1.2 契合行业需求，赋能科技期刊数字化转型

ChatGPT 可以有效提升科技期刊校对审核、出版、发行、推广等全流程效率，促进科技期刊向数字化转型深水区推进。科技期刊作为科学研究成果的载体，其编辑和出版流程是关键环节之一。然而，当前科技期刊编辑和出版流程存在着效率低下的问题。例如，传统的人工编辑方式需要耗费大量时间和人力资源，容易出现错漏；而且科技期刊的出版量较大，期刊编辑需要处理的文本数据量庞大，导致处理速度较慢。此外，传统的编辑方式可能存在主观因素的影响，如编辑的经验和水平、工作负荷等，也容易影响出版流程的效率和质量。

因此，科技期刊需要探索更加高效、准确的编辑和出版方式，以满足越来越复杂的学术需求和期刊出版量的增长。在这个背景下，ChatGPT 等商业性人工智能产品的出现为科技期刊数字化转型提供了新的思路和手段。

国内外不少科技期刊已经开始尝试运用人工智能技术进行编辑和出版流程的优化。例如，中国科学院自动化研究所与科技期刊出版社合作开发的智能编辑系统可以利用自然语言处理、机器学习等人工智能技术，提高稿件处理效率，降低编辑成本；清华大学人机交互实验室推出“清辞校对”，通过预训练语言模型和深度学习，让大数据和算力来校对文字；美国斯坦福大学开发的智能论文校对系统 GROBID 可以自动抽取科技论文中的关键信息，并生成结构化的元数据，提高出版效率等。此外，人工智能语言模型也可以用于自然语言生成、文本摘要、

[2] http://www.camchina.org.cn/messages/311

[3] 白小晶,刘晶晶,谢珊珊等.利用智能工具促进我国科技期刊智能出版[J].编辑学报,2020,32(05):555-560.DOI:10.16811/j.cnki.1001-4314.2020.05.020.

机器翻译等应用场景，进一步提高期刊编辑和出版流程的效率和质量。因此，结合人工智能技术是科技期刊数字化转型的必然选择，既能够助力期刊提升编辑和出版流程的效率和质量，同时加速科技成果的传播和应用。

2 人工智能语言模型（ChatGPT）对科技期刊发展的潜在助力

2.1 破除专业与时效悖论，提升编辑评审效率

科技期刊作为学术传播的重要端口，兼具专业性与时效性两个特点。科技期刊编辑与审稿人在筛选、评选投稿时，往往因任务量重、专业匹配度不高、重复性劳动等多重因素致使审稿人效率低下，文章从投稿到发表耗时较长。然而，为确保投稿符合学术文献出版要求，“三审三校”模式亦是期刊编辑审稿的要求与原则，二者间时效性与专业性之间的悖论，一定程度上不仅背离了国家对于优先中华期刊的要求，还阻碍着科技期刊的运营和发展。因此，利用 ChatGPT 等人工智能语言模型实现：关键信息提取、论文自动分析、跨学科间充分交流互补，学术价值评估与学术不端检测、反向匹配审稿人和作者，能够助力期刊编委效率提升，破除时效性与专业性间的悖论。

2.1.1 提取核心内容，助力审稿人快速筛选文章

期刊编辑在审稿过程中需要对大量文献进行筛选、分类，这一工作对专业知识要求不高，但从大量投稿中筛选出高质量的论文是一个繁琐而又耗费大量时间和人力的过程，尤其是在评审外文期刊时对期刊编辑语言要求较高，转译文献费时费力。

若利用 ChatGPT 的自然语言处理及机器学习或深度学习算法，对文献进行进行语义分析、关键词提取、文本分类、实体识别，科技期刊可以大大提高论文筛选的效率和准确性。同时，ChatGPT 可以帮助加快翻译速度，提高翻译准确度，并且可以针对不同的领域和专业术语进行特殊处理，为期刊的发展注入新的活力。图 1 演示了集成 ChatGPT 的应用 HUMATA 对外文文献的分析结果。



图 1 HUMATA 对论文分析的结果

Fig. 1 Results of HUMATA's analysis of the paper

通过输入特定的问题和要求，HUMATA 这个集成了 ChatGPT 的应用能够对一篇文献的主题、核心内容、研究方法、创新点及其学术价值等要进行细致分析，同时以黄色荧光笔记标注出答案的来源，如图 2 所示，点击 HUMATA 中提示的页码，提问者即可对文献分析内容进行审阅、核查。

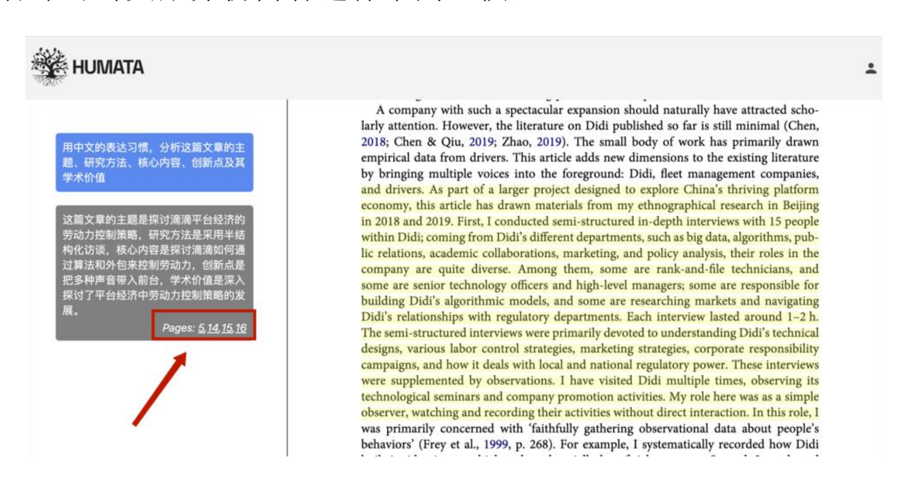


图 2 HUMATA 对答案来源进行标注

Fig.2 HUMATA annotates the source of the answer

2.1.2 辅助学术搜索，跨学科间交流互补

科技期刊稿源丰富，来稿主题广泛且涉及知识面广。然而近年来，学术研究在跨学科交叉领域中不断深耕，科技期刊审稿人不仅需要时刻关注最新的学界和业界动态，还需要对各学科领域时刻保持敏感度，以确保审稿质量，这在一定程度上耗费科技期刊编辑大量的时间。利用 ChatGPT 作为人工智能语言模型所囊括

的大量数据，期刊编辑可以在最短的时间内获取最具有学术和应用价值的领域综述。图 3 演示了 ChatGPT 对跨学科领域的知识分析能力，期刊编辑能够借此完成跨学科间的补充与交流。



图 3 ChatGPT 对跨学科领域知识分析结果

Fig.3 Results of ChatGPT's analysis of interdisciplinary knowledge

2.1.3 学术不端反向检测

ChatGPT 等人工智能语言模型的问世为 AIGC 商业化成熟落地提供了范式，但在学术和出版领域中，ChatGPT 因潜在的版权争议等问题被部分高校、企业及期刊所禁用。例如，香港中文大学和摩根大通限制学生或员工使用 ChatGPT；Nature 发布新规，判定任何大型语言模型工具（比如 ChatGPT）都不能成为论文作者等。《中华医学杂志》社有限责任公司新媒体部主任沈锡兵团队通过测试发现，目前国内学术检测平台如知网、万方等数据库均无法对 ChatGPT 所创作的文字进行有效的重复性检测。然而，ChatGPT 独特的计算机语言却可以被其自身所识别，图 4 演示了通过对 ChatGPT 的直接提问，反向检测某段文字是否由 ChatGPT 所生成。



图 4 ChatGPT 学术不端反向检测

Fig.4 Reverse detection of academic misconduct in ChatGPT

2.2 捕捉文字风格，契合在地化特征创作

党的二十大报告指出，要实施国家文化数字化战略，增强中华文明传播力影响力。中国科技期刊在利用 Twitter、Facebook 等平台聚拢海外受众流量，讲好中国故事，传播好中国声音的实践中，往往面临着文化休克等阻碍，这对我国英文科技期刊提升世界影响力、传播力造成了不利影响。我国英文科技期刊巧妙借助 ChatGPT 强大的内容生成能力这一办法，是有效破除跨文化传播中潜在阻碍，增强我国英文科技期刊的业务产品和传播效果的切实可行的路径。如励讯集团（RELX）2 月 16 日发布最新财报时表示，该公司正在使用 ChatGPT 增强其法律、医疗和科学业务产品。我国英文科技期刊编辑可以复制如 Springer 出版社或 RELX 集团在上述新媒体平台中的原始推文，再利用 ChatGPT 记住此类表达风格进行相关创作，如图 5 所示，借助 ChatGPT 跨越由中西文化和表达方式差异所带来的传播隔阂。



图 5 ChatGPT 生成推文

Fig.5 ChatGPT generating tweets

2.3 词句向量模型，支撑期刊数字化改革

目前，ChatGPT 为所有用户免费提供 API 接口，科技期刊编委可以仿照如 Bing、HUMATA 等应用程序，将 ChatGPT 中的词句向量模型内嵌于自身的数字管理工具或平台中。数字化工具和平台可以帮助期刊实现自动化处理稿件、快速检索文章、管理读者反馈等，提高期刊的效率和效益。例如，Publons 是一个数字化的同行评审平台，可以帮助期刊快速找到合适的审稿人和编委，提高稿件的质量和水平。结合 ChatGPT 这一人工智能语言模型中已然成型的词句向量模型，对论文进行语义分析。科技期刊则能够以较少的前期投入创建或更新知识图谱服务，借助人工智能实现“增强出版”，延伸出版物附加价值。同时助力期刊自主更新数字化、智能化管理平台。

例如，科技期刊或出版集团在进行语义分析或是知识图谱的更新工作中，可以将 ChatGPT 中的词向量模型，如图 6 所示，对论文和文献进行词句建模。

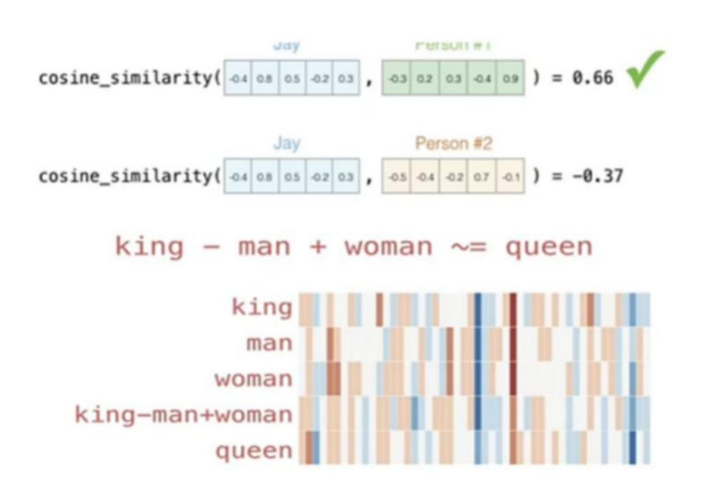


图 6 ChatGPT 词句向量模型演示

Fig.6 ChatGPT word vector model demonstration

每篇论文表示成一个高维向量，这个向量包含了论文的主题、情感、语言风格等方面的信息。然后，通过将这些向量映射到低维空间中，将每篇论文表示成一个点，利用聚类算法将相似的论文聚合在一起。这样，期刊编辑对文献的语义分析将免除人类识别这一过程，词句与词句之间的联系通过人工智能语言模型将得以被“计算”出来。期刊编辑和审稿人可以通过浏览这些聚类结果，快速找到

与期刊主题相关、质量较高的论文。

亦或者是利用 ChatGPT 的语义分析对论文进行分类，将论文快速分为不同的类别，如理论研究、实验研究、应用研究等。然后，利用模型推荐算法将相关性高的论文推荐给期刊编辑和审稿人员，协助科技期刊编委和相关学者、专业人士对于知识图谱的更新工作，提升科技期刊与学者及相关专业人士的整体协同效率。

3 大模型基础上“涌现”辩证图景：对 ChatGPT 现存问题的分析

“涌现”（Emergence）这一学术术语可以追溯到十九世纪英国学者穆勒，其认为涌现现象普遍存在于客观世界中。[4]涌现理论主要奠基人约翰.霍兰德在《涌现：从混沌到秩序》中对“涌现”现象进行了介定，“在复杂的自适应系统中，‘涌现’现象俯拾皆是：蚂蚁社群、神经网络、免疫系统、互联网乃至世界经济等。但凡一个过程的整体的行为远比构成它的部分复杂，皆可称为‘涌现’。”通常说来，“涌现”指一个系统中个体间预设的简单互动行为所造就的无法预知的复杂样态的现象。[5]

人工智能领域专家孙茂松认为，在生成模型、理解模型、大数据和算力的加持下，ChatGPT 可能出现了涌现现象。为什么此前的人工智能模型没有发生“涌现”现象？仅从涌现生成的机制来说：系统产生涌现的四大要素，即自治性个体、相同行为规则、环境熵输入、系统与个体的反馈。[6]ChatGPT 作为一款人造的智能语言模型，通过大量数据的训练后将事物间的联系进行重组，实现了此前其他人工智能语言模型所未曾涉及到的“自监督学习”之下的“反馈”，就系统科学视角看 ChatGPT 创新点在于满足了环境熵输入，打通了“系统与个体的反馈”这一关键节点。因此这种自监督学习的反馈能够在深度学习技术基础辅助下，让 ChatGPT 有足够的能力为人类世界“涌现”出“无穷交织的图景”。这一图景也印证了恩格斯的分析——“当我们深思熟虑地考察自然界或人类历史或我们自己的精神活动的时候，首先呈现在我们眼前的，是一副由种种联系和相互作用无穷无穷地交织起来的画面。”

然而，人工智能目前的内容生成联系还没有被人类所完全认知，从涌现理论视阈解释即为：“只有蝶变的结果”，而无法获知其“化蝶过程”，只有“无数

[4] ANDERSON R A,CRABTREE B F,STEELE D J.Case study research:The view from complexity science[J].Qualitative Health Research,2005,15:669-685.
[5] 约翰·霍兰.涌现：从混沌到有序[M].陈禹，等，译.上海：上海科学技术出版社，2006：1，4，7，21.
[6] 屈强,何新华,刘中晅.系统涌现的要素和动力学机制[J].系统科学学报,2017,25(03):25-29.

个个体成分或因子构成的复杂系统”，而“无法预知其集体特性”的人工智能发展范式仍未能跳脱出现有对人工智能的批判。王亮家从涌现理论出发结合符号主义范式、联结主义范式、行为主义范式总结了经典人工智能的三个批判：语义理解与意向性批判、生物基础与具身批判、情感、默会、心灵感应等能力缺少的批判。[7]本节将从涌现理论对人工智能的三个批判视角出发，结合 ChatGPT 实际使用分析 ChatGPT 当前现存问题。

3.1 语义理解与意向性批判消解：机器文本版权纷争抑或内容垄断

塞尔对人工智能语义理解与意向性存在质疑：计算机程序完全是句法的，人类语言表达是语义的，计算机程序不能思维，只是按规则书进行图形匹配。[8]ChatGPT 作为一款出色的人工智能语言模型实现了从拷贝句子到拷贝句义再到类人交互的演变，这在一定程度上消解了塞尔对人工智能理解和意向性的批判，而这一颠覆将这对版权保护生成了新的挑战。

首先是 ChatGPT 拷贝句义这一功能将突破现有查重系统对于学术不端和抄袭的检测。据 openai 透露，最新发布的 ChatGPT，其千亿级别训练数据具有一定的延迟性，因此在数据不足的情况下，ChatGPT 可能会伪造文献和数据来回答用户问题，如图 7 所示，ChatGPT 生成了并不存在的学者信息。

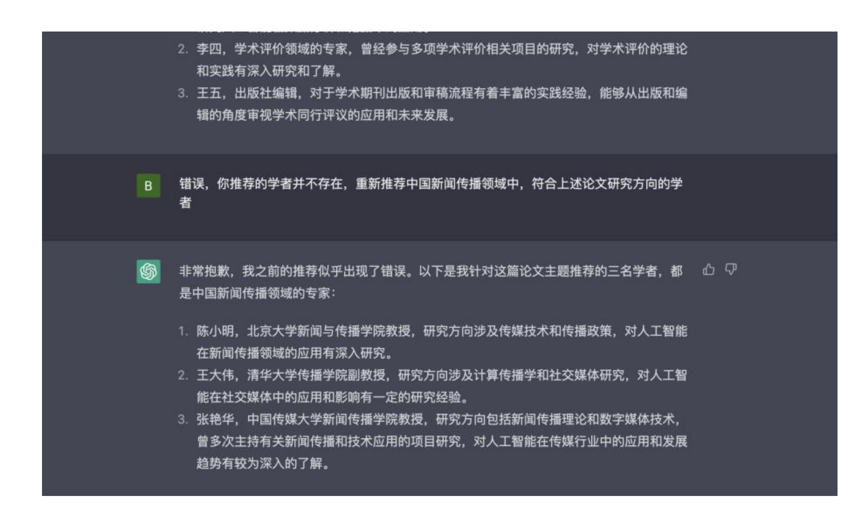


图 7 ChatGPT 伪造数据

Fig .7 ChatGPT falsifies data

然而，孙茂松教授认为 ChatGPT 一旦接入搜索引擎，即可实现对于现有存贮

[7] 王亮家.以涌现重审人工智能范式的智能实现[J].科技传播,2022,14(02):113-117.DOI:10.16607/j.cnki.1674-6708.2022.02.020.

[8] Searle J R.Minds,brains,and programs[J].Behavioral and Brain Sciences,1980,3(3):417–424.

数据的更新迭代。ChatGPT 能够根据最新的数据资料为用户创建基于句义拷贝而非句子拷贝的回答，上文已提及知网、万方等数据库无法实现对 ChatGPT 所生成内容的重复率检测，而这一问题目前学届与业界仍处于探索之中，亟待成型的解决方案问世。

其次对于 ChatGPT 等人工智能语言模型所生成的文本是否具有版权仍存在辨争。若是将其纳入版权保护条例中，对于 openai 等公司而言，会在一定程度上形成基于具有人工智能先发优势的内容垄断。若是完全否定人工智能语言模型的版权归属，则忽视了对于模型设计者的贡献。这一两难之境和悖论，需要广泛、权威的国际机构和组织牵头创建对话机制，共同商议并制定针对如 ChatGPT 等人工智能语言模型的版权协议。

3.2 生物基础与具身批判尚存：人机协同的“伪”在场

ChatGPT 作为一款人工智能语言模型并未脱离“人类”这一使用主体，它无法兼具生物基础和计算模型与世界环境进行交互。交互性是认知涌现论的基本动力，认知涌现论的交互性表现为物—物、心—物、心—身—物—环境之间的交互作用或结构耦合。[9]德雷福斯强调躯体在智能行为中的作用。[10]从这一点看，当前 ChatGPT 等人工智能并非孵化出真正的类人化服务产品。因此，科技期刊利用 ChatGPT 的主要方向更多是围绕在内容知识体系上，如数字平台建设、孵化增强出版物、提升知识服务产品衍生价值等，而无法做到利用 ChatGPT 取代人类期刊编辑。

3.3 情感、道德伦理批判犹在：技术黑箱兼有价值位移

3.3.1 技术黑箱带来伦理道德隐忧

李开复在《AI 未来进行式》中提出了对于人工智能的质疑，人工智能深度学习算法隐含着技术之外难以觉察的偏见。人类通过大量数据和模型优化驯服了具有出色内容创作能力的 ChatGPT，但是 ChatGPT 并非完全持有中立无私的客观态度。

2022 年 12 月，清华大学·交叉信息研究院·助理教授于洋，带领团队对 ChatGPT 做了性别歧视水平评估，测试结果发现，ChatGPTGPT 有超过 70%的概率

[9] 魏屹东,苏圆娟.认知涌现论:一种新的意识整体论[J].科学技术哲学研究,2021,38(02):1-6.
[10] 德雷福斯.计算机不能做什么：人工智能的极限[M].宁春岩，译.北京：生活·读书·新知三联书店，1986：263，274.

会将教师预测为男性，将医生预测为男性的概率则超过了 60%。从测试结果而言，ChatGPT 继承了人类对性别的刻板印象。除了 OpenAI 的语言模型 ChatGPT 外，微软的 Tay 对话机器人也生成过歧视少数群体的言论。科技期刊编辑在利用 ChatGPT 等人工智能语言模型从事内容创作、主题策划或论文筛选过程中，此类人工智能语言模型是否会延续人类社会中的种族、政治偏见并对输出结果产生差异仍有待商榷。

3.3.2 目标函数单一性，公平价值位移

另一个解释 ChatGPT 等人工智能并未跳脱出涌现理论视角下情感、道德伦理批判犹在的观点是：人工智能目标函数的单一性，及其专注于优化单一目标函数所带来的不利的外部效应。李开复认为，如今，人工智能所训练的目标函数通常针对的是单一目标，因此，人工智能有可能过度热衷于企业的目标绩效，而不考虑用户的福祉。从经济学观点出发，科技期刊在结合 ChatGPT 等人工智能语言模型筛选投稿，制作知识服务产品的过程中，如果只有均衡价格目标，尽管会取得社会剩余价值最大化，或效率达到最高，但是公平性会受到损失。换言之，ChatGPT 可能会引导科技期刊及出版社去选择最契合人类兴趣或最有热度或低俗、媚的内容进行策划、传播，但却忽视对人类社会真正有价值的或是兼具人文情怀的信息。

3.3.3 不可解释兼或不可复现，增添信任危机风险

ChatGPT 等人工智能所推导出的结果具有不可解释性，即只看因果而缺少逻辑自洽的简洁和复现性，将更容易引发人类社会的不信任感。尽管科技期刊编辑可以直接利用 ChatGPT 进行文献重复性检测或是利用 ChatGPT 判断文章内容是否为机器生成，但 ChatGPT 仅能告知单一结果，而无法对结果生成的过程和逻辑进行复现，期刊编辑无法对此加以二次核查。若是上升至人类社会大系统而言，完全依赖无法二次检验、无法被人类语言解释的 ChatGPT，尽管可能会再次出现如 Alphgo 打扮人类顶尖棋手李在石等人的现象，但是在并非以“1”、“0”；“是”、“否”为绝对客观性的人文社科领域中，将放大由 ChatGPT 等人工智能语言模型所加剧的社会不信任感。

4 结语

ChatGPT 作为一款成熟落地的人工智能语言模型，开创了人工智能和科技期刊结合的全新范式。借助 ChatGPT 等人工智能语言模型，科技期刊编辑和评审人

得以从机械、重复且枯燥的筛选、校对工作中解放，协同机器快速提升审稿效率，更好发挥出人类主体的创造性。尽管当前的 ChatGPT 以及即将问世的百度“文心一言”等人工智能语言模型可能还存在版权、伦理道德等纷争，但人工智能技术却亦处于动态发展进程中。人工智能目标函数单一性的问题，阿特里斯坦·哈里斯提出了混合型复杂目标函数解决方案。ChatGPT 现存的数据造假和文献引用缺失等不足，在 OpenAI 将其人工智能语言模型结合智能搜索引擎（如 Bing）以及更大量的数据及训练后，迭代进步的人工智能语言模型势必也将能突破当前存在的阻碍。与此同时，科技期刊利用 ChatGPT 为其创建虚拟数字人，推出视频论文展演模式，深度融入元宇宙技术发展的愿景也将得以成为现实。

参考文献

[1]白小晶,刘晶晶,谢珊珊等.利用智能工具促进我国科技期刊智能出版[J].编辑学报,2020,32(05):555-560.DOI:10.16811/j.cnki.1001-4314.2020.05.020.（Bai Xiaojing, Liu Jingjing, Xie Shanshan et al. Using intelligent tool to promote intelligent published [J]. Chinese science and technology periodical editors journal, 2020, 32 (5) : 555-560. The DOI: 10.16811 / j.carol carroll nki. 1001-4314.2020.05.020.）

[2]约翰·霍兰.涌现：从混沌到有序[M].陈禹，等，译.上海：上海科学技术出版社，2006.（John Holland. Emergence: From Chaos to Order [M]. Trans. Chen Yu, et al. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2006. (in Chinese)）

[3]屈强,何新华,刘中晅.系统涌现的要素和动力学机制[J].系统科学学报,2017,25(03):25-29.（QuQiang, qin, Liu Zhong Xuan. Factors and dynamics of system emergence [J]. Journal of Systems Science,2017,25(03):25-29. (in Chinese）

[4]王亮家.以涌现重审人工智能范式的智能实现[J].科技传播,2022,14(02):113-117.DOI:10.16607/j.cnki.1674-6708.2022.02.020.（Wang Liangjia. With the emergence of retrial ai paradigm intelligent implementation [J]. Science and technology, 2022, 14 (02) : 113-117. The DOI: 10.16607 / j.carol carroll nki. 1674-6708.2022.02.020.）

[5]魏屹东,苏圆娟.认知涌现论:一种新的意识整体论[J].科学技术哲学研究,2021,38(02):1-6.（Wei Yi-dong, SU Yuan-juan. Cognitive emergence: A new holistic theory of consciousness [J]. Studies in Philosophy of Science and Technology,2021,38(02):1-6.）

[6]德雷福斯.计算机不能做什么:人工智能的极限[M].宁春岩,译.北京:生活·读

书·新知三联书店，1986：263，274.（Dreyfus. What Computers Can't Do: The Limits of Artificial Intelligence [M]. Trans. Ning Chunyan. Beijing: Life · Reading · New Knowledge Sanlian Bookstore, 1986:263,274.）

[7] Searle J R.Minds,brains,and programs[J].Behavioral and Brain Sciences,1980,3(3):417－424.

[8] ANDERSON R A,CRABTREE B F,STEELE D J.Case study research:The view from complexity science[J].Qualitative Health Research,2005,15:669-685.